

심미성 수복재료의 착색경향에 관한 연구

조선대학교 치과대학 보존학교실
신흥수 · 황호길 · 조영곤

Abstract

A STUDY ON THE STAINING TENDENCY OF ESTHETIC RESTORATIVE MATERIALS

Heung-Soo Shin, D.D.S., Ho-Keel Hwang., D.D.S., M.S.D., Ph.D.,
Young-Gon Cho., D.D.S., M.S.D., Ph.D.

Department of Conservative Dentistry, College Dentistry, Chosun University

The staining tendency of esthetic restorative material was very important factor for the people who are great concern about the esthetics. Most external stains were superficial and adjustable by routine prophylactic procedure. But some of these stains were remained under superficial stain. Some of these stains were accumulative on external tooth surface and it's removal alter the anatomic contour of restoration.

The purpose of this study was to evaluate and compare the staining tendency of esthetic restorative materials to staining solution. In this study two glass-ionomer cements (Fuji II Glass-Ionomer Cement and Fuji II LC Glass-Ionomer Cement) and three composite resins (Silux Plus, APH and P-50) were evaluated and compared. Total 8 disc-shaped specimens of each material (17mm diameter, 1mm thick) were immersed in coffee staining solution. These specimens were divided into one control and 3 experimental groups according to the immersion period as follows :

Control : immersed in distilled water during each testing period

Group 1 : immersed in staining solution for 6 hours

Group 2 : immersed in staining solution for 24 hours

Group 3 : immersed in staining solution for 72 hours

Staining tendency was evaluated by total color difference(ΔE^*) of specimen before and after staining by spectrorcolorimetric readings(ColorQUEST Spectrophotometer, U.S.A.).

The results were as follows :

1. The total color differences of each testing materials were increased with time.
2. Among the experimental groups, the Fuji II Glass Ionomer Cement showed the highest total color difference(6.803) and the Silux Plus showed the lowest total color difference(1.637).

3. In comparison of glass ionomer cements, the total color difference of chemical cured glass ionomer cements(6.803) were higher than light cured glass ionomer cements(3.891) ($P < 0.01$).
4. In comparison of composite resins, the P-50 showed the highest total color difference and the Silux Plus showed the lowest total color difference, but there was not significant difference among composite resins($P > 0.05$).

I. 서 론

보존적 수복을 위한 이상적인 심미성 수복 재료의 연구가 오랜 기간에 걸쳐 재료와 기술의 향상을 가져왔으며 이러한 심미성 수복재료들은 실리케이트 시멘트, 치과용 도재, 글라스 아이오노머 시멘트, 아크릴릭 레진, 복합레진 등이 소개되어왔다^{13, 14, 15, 44, 47, 51} .

실리케이트 시멘트는 1878년 영국의 Fletcher 15)에 의해 최초로 소개된 반투명 충전재로 약 60여년간에 걸쳐 전치부위의 외동을 수복하는데 사용되었다. 이 재료는 불소 함유량이 높아 인접면 법랑질의 재발성 우식에 대한 저항성이 크고 생체 적합성이 좋은 절연재이며 열팽창 계수도 법랑질과 유사한 장점등을 가지고 있다. 그러나 변연강도가 낮아 파절되기 쉽고 시간에 따른 변색과 수복물 형태의 상실을 가져오는 단점 등을 가져 근래에는 거의 사용되지 않는 추세이다⁴⁷ . 1930년대에 독일에서 개발되어 1940년대에 판매되기 시작한 아크릴릭 레진은 마모에 대한 저항성이 낮기 때문에 교모나 마모에 약한 부위에서는 외형을 유지하기 어려운 점이 있었으며 이러한 아크릴릭 레진의 물리적 특성을 향상시킬 목적으로 실리카 입자로 강화시킨 복합레진은 1962년 Bowen⁸⁾이 최초로 소개하였는데 이 재료는 법랑질 산부식법의 도입과 더불어 심미적 수복에 일대 혁신을 가져왔으며 물리적 특성의 개선, 다양한 색조 등의 장점들을 가져 심미수복분야에 광범위하게 사용되어오고 있다.

1972년 Wilson 등⁵⁰⁾에 의해 개발된 글라스 아이오노머 시멘트는 생체 적합성과 치면에

대한 화학적 결합, 불소유리 및 적용의 용이성 등의 장점^{14, 19, 21, 26, 33, 40, 42, 48, 51})을 가지고 있으나 수분에 민감하고 표면이 매끄럽지 못하며 물리적 특성이 제한되는 등의 단점^{12, 13, 17, 18, 32, 35})을 가지고 있어 최근에는 글라스 아이오노머 시멘트의 초기 경화시간을 단축시킨 광중합형 글라스 아이오노머시멘트가 개발되어 수분에 대한 감수성이 적고 색조의 개선, 물성의 개선, 생체 적합성 증진, 치질과의 접착력 강화, 방사선 불투과성 등의 장점을 가지게 되었다³¹ . 이러한 이상적인 심미성 수복재료의 개발을 위한 연구노력에도 불구하고 재료의 탈락과 재료의 수축시 발생하는 변연누출에 의한 이차우식 발생 및 변색등의 문제점들은 여전히 남아있는 실정이다^{10, 24, 28, 32, 34, 47} .

그 중 심미 수복재료의 변색에 관하여 Burrow 등¹²⁾은 태양광선에 노출시킨 복합레진의 색상변화에 관한 연구에서 햇빛과 음식물에 함유된 색소의 흡수로 인해 광중합형 복합레진의 변색이 발생하고 촉진인자로서 물이 결합될 때는 더 심한 변색이 발생됨을 보고하였고 Cooley 등¹⁸⁾은 7종의 구치부 복합레진 (Occlusin, Ful-Fil, Sinter Fil, Heliomolar, Estilux Posterior, P-30)을 7일동안 커피용액에 착색시킨 실험에서 사용된 모든 복합레진이 착색을 보이며 특정 레진 (P-30)은 다른 것에 비하여 더 심한 착색이 발생됨을 언급하였으며 Chan 등¹³⁾은 음식물의 종류에 따른 치아경조직 착색 연구에서 복합레진이 유기색소, 자외선, 음식물 등에 의해 변색될 수 있음을 보고하였다. 또한 Khokhar 등³⁵⁾은 커피와 차를 이용한 복합레진의 착색실험에서 커피 보다는 차가 더 심한

착색을 보이며 변색의 대부분은 표층부 착색이기 때문에 쉽게 제거할 수 있으나 일부 잔존 착색이 존재함을 보였다. 이처럼 다양한 실험 조건에서 많은 연구가 이루어져 왔으며 시간의 경과에 따라 발생하는 심미성 수복재료의 표면변색은 피할 수 없다고 보고되고 있다^{1, 3, 12, 17, 18, 25, 27, 35, 43}.

표층부에 발생된 변색은 표면세마를 통해 제거할 수 있으나 이는 수복재료의 해부학적 형태변경을 가져오며 표층부 변색 하방에 일부 착색이 남는 “body staining”이 존재하게 되어 심미성 수복재료가 극복하여야 할 주요 과제로 남아있다^{14, 35, 51}.

따라서 본 연구의 목적은 대표적인 심미성 수복재료인 글라스 아이오노머 시멘트와 복합레진의 시간경과에 따른 착색정도를 색소침투 실험을 통하여 측정, 비교하여 착색 저항성이 있는 심미성 수복재료를 규명하여 이를 임상에 응용하고자 함이다.

II. 실험재료 및 방법

1) 실험재료

본 실험에서 실험재료는 2종의 글라스 아이오노머 시멘트와 3종의 복합레진을 이용하였다. 글라스 아이오노머 시멘트로 자가중합형 Fuji II Glass Ionomer Cement와 광중합형 Fuji II LC Glass Ionomer Cement를 이용하였으며 복합레진은 미세입자형 복합레진으로 Silux Plus, 그리고 혼합형 복합레진으로 APH와 P-50을 이용하였다(표 1).

2) 실험방법

2종의 글라스 아이오노머 시멘트와 3종의 복합레진을 이용하여 각각 8개씩 총 40개의 원반형의 시편을 제작하였다. 시편의 표준화를 위해 직경 17mm, 두께 1mm의 rubber mold를 제작하고 제조사의 지시에 따라 실험재료를 혼합, 충전한후 평활한 검사면을 얻기위해 slide cover glass, 로 압접하였다.

자가중합형 글라스 아이오노머 시멘트인 Fuji II Glass Ionomer Cement는 제조사의 지시에 따른 분액비로 혼합하고 7분이 경과한 후 제거하여 Fuji Varnish를 도포하였으며, 광중합형 글라스 아이오노머 시멘트인 Fuji II LC Glass Ionomer Cement는 압접한 slide cover glass를 통하여 광조사기(Visilux 2, 3M, U.S.A.)로 시편의 검사면을 3부분으로 분할하여 각각 60초씩 광중합하고 rubber mold에서 제거한 후 반대측 면도 같은 방법으로 광중합시켰다.

각각의 복합레진은 충전기구를 이용하여 rubber mold에 충전하고 slide cover glass로 압접한 후 광조사기로 시편의 검사면을 세부분으로 분할하여 각각 60초씩 광중합하고 제거후 반대측 면도 같은 방법으로 광중합시켰다.

위와 같이 각각의 재료에 따라 제작된 시편들은 각 재료당 2개씩 무작위로 추출하여 착색용액에 침잠시킨 시간에 따라 균을 분류하고 착색시험을 시행하였다. 각 군에 따른 시편의 수는 다음과 같다(표 2).

실험에 사용된 착색용액은 증류수 500ml에 2.67g의 과립형 인스턴트 커피 (MAXIM, 100% 동결건조 커피, 동서식품, 한국)를 용해시켜

표1. 실험재료

Material	Brand name	Shade	Manufacturer
Glass-Ionomer cement	GC Fuji II	21	GC Corp.
	Fuji II LC	B2	GC Corp.
	Silux plus	L	3M
Composite resin	APH	LG, B91	Caulk
	P-50	XL	3M

표2. 군 분류

	실험 1군	실험 2군	실험 3군	대조군
착색실험기간	6시간	24시간	72시간	각실험기간
시편의 수	10개	10개	10개	10개

여과지에 여과시킨 후 덮개가 있는 용기에 담고 착색실험기간동안 37°C의 항온으로 교반하였으며, 시편들은 치실에 매달아 착색용액 용기에 담거나 다른 시편들에 닿는 것을 예방하였고 대조군의 시편들은 37°C의 증류수 항온조에 담아 암실에 보관하였다.

색채계측기(ColorQUEST Spectrophotometric Sensor, Hunter Associates Laboratory Inc., U.S.A.)를 이용하여 착색기간에 따른 시편 착색전 후의 색의 특성을 기록하여 전체적인 색의 특성변화를 측정하였다. 착색정도의 측정을 위해 시편들은 커피 염색용액에서 6시간, 24시간, 72시간 후에 각각 꺼내어 10분간 흐르는 물에 세척한 후 압축공기로 가볍게 건조시키고 C.I.E. L*a*b* scale을 이용한 색변화의 특성(ΔL^* , Δa^* , Δb^*)을 검사하고 각 수복재료들에 따른 착색의 정도를 전체 색변화량(ΔE^*)으로 비교하였다.

각 군간 및 각 재료별 색조변화를 비교 검증하기 위하여 Student's t-test와 ANOVA를 이용하였다.

II. 실험성적

2종의 글라스 아이오노머 시멘트와 3종의 복합레진을 착색 기간에 따라 분류하고 커피 착색용액에 착색시킨 후 착색전후의 전체 색변화량을 측정, 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 착색시간에 따른 각 실험재료의 전체 색변화량 (ΔE^*)은 표 3에 기록된 바와 같다. 각 실험재료의 전체 색변화량은 착색시간에 따라 증가하는 경향을 보였으나, Fuji II LC에서는 착색 6시간 후 약간 감소하고 착색 24시간 후 다시 증가하였으며 APH에서는 착색 24시간 후 약간 감소하는 양상을 나타내었다.

6시간 착색군에서는 광중합형 글라스 아이

오노머 시멘트인 Fuji II Glass Ionomer Cement에서 4.541로 가장 큰 전체 색변화량을 보였으며 P-50에서 0.912로 가장 적은 전체 색변화량을 보였다.

24시간 착색군에서는 자가중합형 글라스 아이오노머 시멘트인 Fuji II Glass Ionomer Cement에서 8.798로 가장 큰 전체 색변화량을 보였으며 Silux Plus에서 1.701로 가장 적은 전체 색변화량을 보였다.

72시간 착색군에서는 자가중합형 글라스 아이오노머 시멘트인 Fuji II Glass Ionomer Cement에서 8.880으로 가장 큰 전체 색변화량을 보였으며 APH에서 1.934로 가장 적은 전체 색변화량을 보였다(표 3, 그림 1).

각 실험재료의 평균 색변화량(mean ΔE^*)은 자가중합형 글라스 아이오노머 시멘트인 Fuji II Glass Ionomer Cement에서 6.803으로 가장 크게 나타났으며 Silux Plus에서 1.637로 가장 적게 나타났다(표 4, 그림 2).

글라스 아이오노머 시멘트들의 전체 색변화량의 평균값(mean ΔE^*)은 각각 자가중합형 글라스 아이오노머 시멘트인 Fuji II Glass Ionomer Cement에서 6.803(3.186), 광중합형 글라스 아이오노머 시멘트인 Fuji II LC Glass Ionomer Cement에서 3.891(0.899)로 광중합형 글라스 아이오노머 시멘트에 비하여 자가중합형 글라스 아이오노머 시멘트가 더 큰 전체 색변화량을 나타내어 이들 간에는 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($P < 0.05$).

복합레진 재료들의 전체 색변화량의 평균값(mean ΔE^*)은 각각 Silux Plus에서 1.637(1.028), APH에서 1.807(0.939), P-50에서 3.255(2.416)로 P-50에서 가장 큰 전체 색변화량을 나타냈고 Silux Plus에서 가장 적은 전체 색변화량을 보였으나 Silux Plus와 APH에서는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(P

표3. 각 재료의 시간에 따른 전체 색변화량(ΔE^*)

재료	6시간 착색군		24시간 착색군		72시간 착색군	
	실험군	대조군	실험군	대조군	실험군	대조군
Fuji II	2.731	0.913	8.798	4.161	8.880	2.660
Fuji II LC	4.541	5.753	3.096	5.967	4.035	8.722
Silux Plus	0.967	1.408	1.701	0.919	2.243	1.525
APH	0.941	1.947	2.546	1.230	1.934	1.901
P-50	0.912	1.690	3.106	2.458	5.747	1.739

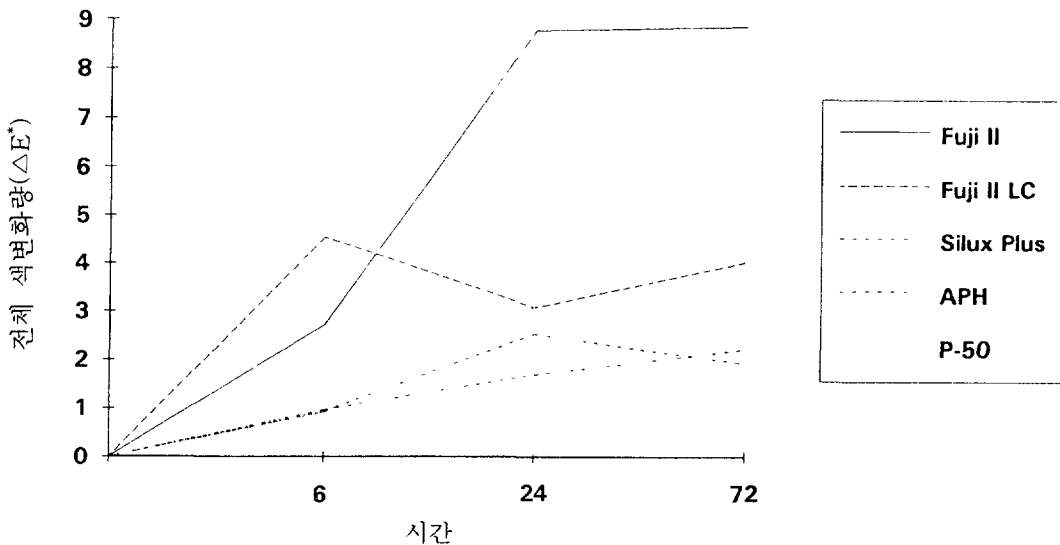


그림 1. 각 재료의 시간에 따른 전체 색변화량(ΔE^*)

>0.05) (표 4, 그림 2).

착색 시간별 전체 색변화량에 대한 유의성 검정에서 착색 6시간 후인 실험1군에서 세가지 복합레진 간에는 유의한 차이가 없었고 착색 24시간 후인 실험 2군에서는 Silux Plus와 P-50간에 유의한 차이를 보였으며 착색 72시간

후인 실험 3군에서는 Silux Plus와 P-50, APH와 P-50간에 유의한 차이를 보였다($P < 0.05$) (표 5).

표4. 각 재료의 평균 색변화량 (mean ΔE^*)

실험재료	Fuji II	Fuji II LC	Silux Plus	APH	P-50
평균값	6.803(3.186)	3.891(0.899)	1.637(1.028)	1.807(0.939)	3.255(2.416)

() : 평균편차

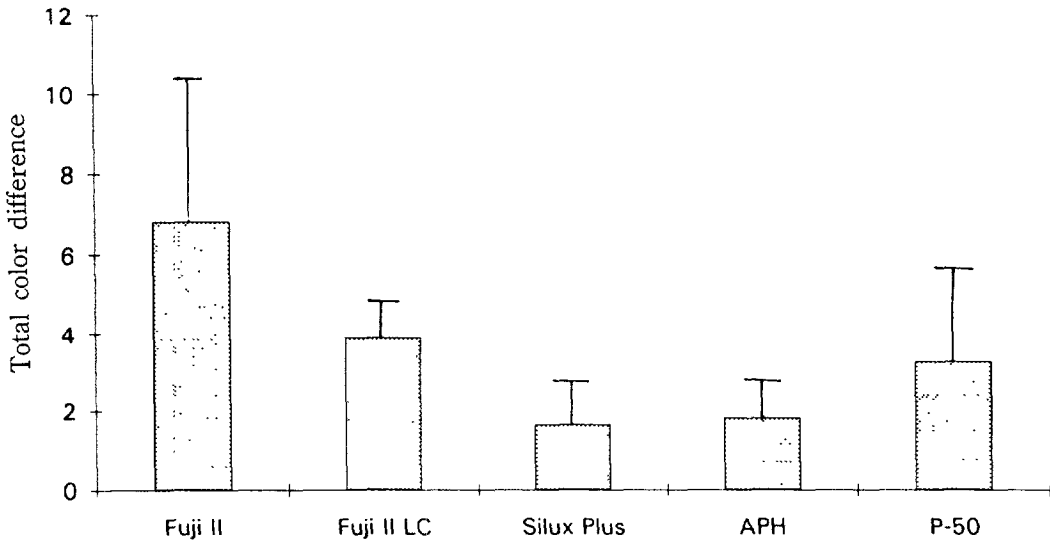


그림 2. 각 재료의 평균 색변화량(mean ΔE*)

표5. 각 복합레진간의 착색 시간별 전체 색변화량에 대한 유의성 검정

	실험 1군			실험 2군			실험 3군				
	A	B	C	A	B	C	A	B	C		
A	-	NS	NS	A	-	NS	**	A	-	NS	**
B		-	NS	B		-	NS	A		-	**
C			-	C			-	C			-

A : Silux Plus

B : APH

C : P-50

NS : Not Significantly difference

** : Significantly Difference, $p < 0.05$

IV. 총괄 및 고안

수복재료의 색조 안정성은 심미적 요구도가 증가하는 오늘날에 있어서 매우 중요한 요소가 되고 있다. 최초의 심미성 수복재료인 실리케이트 시멘트는 낮은 물리적 특성과 변색에 대한 민감성 등의 단점으로 오늘날에는 거의 사용되고 있지 않으며 1955년 Bounocore¹⁰⁾에 의해 소개된 산부식법과 더불어 복합레진의 출현은 심미성 수복재료에 일대 혁신을 가져오게 되었다. 높은 물리적 특성과 안정한 색조를 가진 복합레진은 다양한 접착제의 출현으로 산부식된

범랑질 뿐만 아니라 상아질에도 치아와 거의 동일한 결합강도로 접착시킬 수 있게 되어 심미성 수복재료로서 가장 많이 쓰여지고 있다^{9, 14, 22)}.

글라스 아이오노머 시멘트 또한 치질과 화학적으로 결합하고 시술하기 용이하며 불소방출 등의 장점들을 가지고 있어 최근들어 많이 이용되고 있는데 이는 복합레진에 비하여 물리적 강도가 낮고 조작시 수분격리의 어려움이 있으며 수분오염시에는 금속이온의 유리로 변색 및 물리적 강도의 저하를 가져오게 된다^{30, 36, 42, 47, 48, 50, 51)}.

이처럼 대표적 심미성 수복재료인 복합레진과 글라스 아이오노머 시멘트도 시간의 경과에 따른 변색은 피할 수 없음을 많은 문헌들이 보고하고 있는 바, 복합레진에서의 이러한 변색 원인은 내인성 원인과 외인성 원인으로 나눌 수 있고 내인성 원인으로는 경화촉진제와 중합체 기질의 산화 등이 이에 속하고 외인성 변색은 주로 색소의 침착 또는 흡수에 의해 발생한다. 글라스 아이오노머 시멘트의 경우에는 경화초기에 수분과 접촉시 발생하는 이온의 유리와 구강내 환경에서의 용해에 의한 표면조도의 변화로 인해 착색에 대한 감수성이 증가하게 되는데 특히 충전 후 처음 15분 이내에 수분과 글라스 아이오노머 시멘트가 접촉하면 수복물의 표면조도가 거칠어지고 물리적 강도의 저하를 가져온다^{2,5)}. 따라서 충전을 끝낸 직후에는 항상 varnish와 같은 보호재료로 최소 15분 동안 보호해 주어야만 하는데 이렇게 재료가 수분에 민감한 이유는 서로 다른 시간에 일어나는 두가지 경화기전을 갖기 때문이다. 즉, 첫번째 반응은 혼합 후 몇분 이내에 일어나는 기질의 중합반응이며 두번째 반응은 알루미나와 칼슘 polyacrylate가 형성되는 반응으로 이를 통하여 glass filler 입자와 기질이 결합된다⁶⁾.

수복재료의 색조변화를 연구하는 방법에는 Mun sell standard color chart등을 이용하여 육안으로 비교하는 방법⁹⁾과 색채계측기(colorimeter)나 분광측정기(spectrophotometer)를 이용하는 기계적 방법들이 이용되고 있으나 육안으로 비교하는 방법은 관찰자의 주관이 개입될 수 있고 미세한 색상변화는 비교하기 어렵기 때문에 현재 대부분의 연구에서는 기계적 방법이 이용되고 있다. 본 실험에서 사용된 C. I. E. system은 1976년 국제조명위원회(CIE)에서 채택된 색의 정량적 측정법이며 L*a*b*에서 L*는 색의 밝기를 나타내어 L* 값이 100이면 완전한 백색을, 0이면 검정색을 나타내며 a*, b*값은 색도(chromacity)를 나타내어 a*값이 (+)이면 적색(redness)을, (0)이면 회색(gray)을, (-)이면 녹색(greenness)을

나타내고 b*값이 (+)이면 황색(yellowness)을, (0)이면 회색을, (-)이면 청색(blueness)을 나타낸다. 또한 전체 색변화량 ΔE^* 는 각 색의 특성변화량을 나타내며 이는 각 색의 특성변화량 ΔL^* , Δa^* 와 Δb^* 를 측정후 $\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ 식을 이용하여 산출하게 된다. 본 논문에서 변색의 정도는 전체 색변화량인 ΔE^* 로 평가되었으며 Ruyter등⁴³⁾은 ΔE^* 값이 1이상이면 색변화를 인지할 수 있다고 보고한 바 있다.

심미성 수복물의 수분흡수에 의한 착색저항성의 변화에 관한 연구로 Burrow등¹²⁾은 16종의 복합레진의 색상변화에 관한 연구에서 모든 복합레진들은 태양광선이나 음식물 색소등에 의해 변색이 발생할 수 있다고 하였으며 이때 태양광선과 수분 단독으로 적용시킬 때에는 각각 14.1%, 10.9%로 거의 같은 정도의 변색을 나타내지만 동시에 적용할 때에는 20.3%로 더 심하게 변색을 나타낸다고 보고하여 수복물의 착색을 수분과 관련하여 연구하였으며, 국내에서는 엄등¹⁵⁾이 글라스 아이오노머 시멘트의 초기 수분접촉에 대한 연구에서 재료의 혼합후 물속에 침잠시킬 때까지의 시간간격이 길수록 변색부위의 깊이가 감소한다고 보고하였다. 또한 Cooley등¹⁷⁾은 수중(6종)의 구치부 레진수복물의 착색연구에서 모든 레진재료들이 착색되며 특정재료가 다른 재료들에 비하여 더 심한 착색을 나타냄을 보고한 바 있다.

본 착색실험에 사용된 글라스 아이오노머 시멘트와 복합레진 시편들은 태양광선은 배제되고 커피 착색용액에만 노출된 채로 실험이 이루어졌으며 시편 제작 직후 착색용액과 증류수에 침잠되었는데 광중합형 글라스 아이오노머나 복합레진의 경우에는 경화가 이루어진 후 실험용액이나 증류수에 침잠된 반면 자가 중합형 글라스 아이오노머 시멘트는 경화반응이 완전히 완성되지 않은 상태에서 시행된 실험이기 때문에 착색저항성에 약간의 영향을 미쳤을 것으로 추측된다.

Crisp등¹⁹⁾은 심미성 수복재료의 불투과도(opacity)에 대한 정량적 측정연구에서 불투과도가

경과시간에 따라 감소하였으며 재료 자체에 포함된 색소가 불투과도에 지대한 영향을 주는 것으로 보고하였고 Asmussen⁶⁾은 최근에 개발된 글라스 아이오노머 시멘트를 몇몇 복합레진과 비교한 바 초기에 개발된 글라스 아이오노머 시멘트 보다 불포화도가 많이 감소되었으나 복합레진 수준에 이르지 못함을 지적하였으며 또한 수분과의 접촉이 불포화도를 상당히 증가시킴을 보고하였다.

본 실험에서 비교된 글라스 아이오노머 시멘트와 복합레진들 중 가장 큰 전체 색변화량을 나타낸 재료는 자가중합형 글라스 아이오노머 시멘트(Fuji II Glass Ionomer Cement)였으며 가장 적은 전체 색변화량을 보인것은 복합레진인 Silux Plus로 글라스 아이오노머 시멘트가 복합레진에 비하여 변색에 대한 저항성이 낮았다는 것을 지적한 Asmussen⁶⁾의 보고와 유사한 결과를 보였으며 최근에 개발된 광중합형 글라스 아이오노머 시멘트는 종래의 자가중합형 글라스 아이오노머 시멘트보다 더 색채 안정성을 갖는다는 다른 보고와 같은 결과를 나타내었다.

한편 수복물의 표면조도에 따라 치태침착과 색소침착에서 차이가 발생한다는 여러 문헌들에 비추어보아 심미성이 요구되는 곳에서는 변색에 저항하기 위해 활택한 면을 유지하는 것이 매우 중요한데 거친 표면은 수복재료에 착색을 일으키는 색소의 부착을 용이하게 하며 이 때에는 잇솔과 치면세마제로 제거시킬 수 없는 잔존 착색을 남길 수 있음이 보고 되어왔다^{7,35)}.

국내에서 엄등¹⁵⁾은 resin-based veneering material을 커피나 차(tea) 착색용액에 담귀 착색을 시행한 실험에서 모든 레진재료들이 커피나 차에 착색되고 변색의 주요인은 색소의 표면 흡착이며 이를 방지하거나 감소시키기 위해서는 잇솔과 치면세마제를 통한 구강위생이 중요하다고 언급하였고 Pratten⁴¹⁾은 복합레진에 사용되는 여러가지 연마 기구들을 비교한 연구에서 가장 매끈한 표면은 Mylar matrix strip에 의해 형성된 면이었으나 각 기구간에는 유의한 차이가 없음을 보고하였으며 Jefferies등³⁹⁾은 수복용 레진재료의 표면 활택도에 대한

연구에서 표면처리는 연마기구의 분말크기와 직접 관련되어 있다고 하였고 Staley등⁴⁶⁾은 복합레진 수복물을 연마하는 여러가지 기구를 비교한 논문에서 polishing disc가 가장 좋은 방법임을 보여주었다.

본 논문에서 실험재료 충전시 표면은 slide cover glass로 압접하여 형성하였는데 이는 Fratten등⁴¹⁾의 연구에서 이용된 Mylar matrix strip으로 형성한 것과 유사한 표면 평활도 및 시편 제작시 용이성을 고려하여 이를 사용하였다.

또한 복합레진의 색안정성에 온도가 영향을 미치는데 Asmussen등⁵⁾의 각기 온도를 달리한 침잠실험에서 15종의 자가중합형 레진과 광중합형 레진을 37°C 물속에 12개월 동안 보관한 경우와 50°C, 60°C 그리고 70°C 물속에서 1개월 또는 2개월 보관한 가속실험시의 상관관계에 대해 연구하여 이 가운데 50°C에서 2개월간 보관한 경우와 60°C에서 1개월간 보관한 경우가 37°C에서 12개월간 보관한 경우와 유사한 결과를 보인다고 보고하였다. 따라서 본 실험에 사용된 시편들은 구강내 온도를 고려한 37°C로 착색용액의 온도를 유지하여 착색시켰다.

Hotta등²⁸⁾은 수복용 글라스 아이오노머 시멘트의 보호재료(coating material)에 대한 연구에서 통상적으로 사용되는 varnish보다 광중합형 bonding이나 glazing agent의 적용이 수분 접촉을 더 감소시켜 재료에 대한 착색이 줄어든다고 보고하였다. 본 실험에서는 글라스 아이오노머 시편의 표면을 보호하기 위하여 동일 제조사의 varnish를 이용하였는데 보호재의 종류에 따른 수분접촉 억제효과는 연구되었지만 실험조건에 따라 얼마나 오랫동안 유지될 수 있을지 지적된 문헌은 아직 드물기 때문에 이에 관한 연구들이 이루어져야 할 것으로 생각되며 이 실험에서의 varnish작용은 짧은 실험 기간이었기 때문에 그 동안은 잘 유지되었을 것으로 사료된다.

Kholchar등³⁵⁾은 수복용 레진의 색채 안정성 연구에서 커피와 차의 레진착색도를 비교한 바, 차가 커피보다 레진을 더 착색시키고 대부분의 착색은 통상적인 구강위생으로 제거할 수 있

으나 어느정도 축적될 수 있는 잔존 착색이 존재함을 보고하였으며, 본 논문에서 통상의 수복재료 착색실험과 색소침투에 사용되는 methylene blue가 사용되지 않고 커피 착색용액이 사용된 이유는 실제 구강내에서 수복물의 변색을 주로 일으키는 것이 음식물 색소이기 때문이고 예비 착색실험에서 차보다는 커피가 더욱안정적으로 구별할 수 있는 변색을 보였기 때문에 본 연구에서는 커피를 사용하였다.

본 실험의 결과에서 착색 시간에 따른 전체 색변화량(ΔE^*)은 착색시간이 증가할수록 증가하는 경향을 보였으나 Fuji II 글라스 아이오노머 시멘트에서는 착색 6시간 후 감소하였다가 24시간 후 다시 증가하였으며 APH에서는 착색 24시간 후 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 색채 계측기의 민감도와 시편의 균일하지 못한 착색 등으로 측정시에 발생하는 오차도 작용하였을 것으로 추측된다.

수복재료별 전체 색변화량에서 글라스 아이오노머 시멘트가 복합레진의 전체 색변화량보다 크게 나타났으며 심미성과 색채 안정성을 고려할때 현재까지는 복합레진이 글라스 아이오노머 시멘트보다 더 우수한 재료임을 이 실험을 통하여 예측할 수 있었다. 또한 자가중합형 글라스 아이오노머 시멘트보다 광중합형 글라스 아이오노머 시멘트의 색채 안정성이 더 우수하다는 것이 이 실험의 결과에서 나타났으며 초기 경화시간의 단축, 조작의 용이성, 개선된 물리적 특성 등의 장점과 더불어 색채 안정성이라는 심미적 견지에서 이 재료가 많이 개선되었음을 보여주었다.

본 논문의 실험에서 착색시간은 수복재료의 착색이 시간에 따라 점진적으로 증가하지만 주로 초기에 많은 변색이 발생되며 그 이후에는 변화의 정도가 점점 작아지는 경향 때문에 6시간, 24시간 그리고 72시간을 실험기간으로 사용하였다. 착색시간에 관하여 수분접촉과 관련된 연구들은 그 기간이 통상적으로 물속에 침잠시키는 실험에서 1달 이상 1년여에 걸쳐 시행되었으나 직접 착색용액을 이용하는 실험에 있어서는 그 기간을 감소시켜 시행하고 있다¹²⁾. 그러나 임상에서 심미성 수복재료의 기타

물리적 특성들이 개선되고 구강내 유지기간이 점차 길어짐에 따라 차후의 연구에서는 더 장기적인 실험기간을 통한 착색연구가 이루어져야 할 것이며 실제 구강내에서의 수분, 온도, 색소 및 작용기간 등 많은 착색의 원인요소들이 복합적으로 작용하므로 같은 재료라 할지라도 각각 연구되어야 하며 이를 통해 우수한 물리적 특성과 생체 적합성 그리고 영구적인 색채 안정성을 보이는 심미성 수복재료의 개발에 대한 연구가 계속되어야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구에서는 2종의 글라스 아이오노머 시멘트와 3종의 복합레진을 이용하여 직경 17 mm, 두께 1mm의 원형 시편을 각각의 재료에 따라 8개씩 총 40개를 제작하여 각 재료당 2개씩 무작위로 추출하고 각각 10개씩 착색 시간에 따라 균을 분류하여 실험 1군은 6시간 동안, 실험 2군은 24시간 동안, 실험 3군은 72시간 동안 커피 착색용액에 침잠시키고 대조군은 각각의 실험기간 동안 증류수에 침잠시킨 후 색채계측기를 이용하여 착색 전후의 전체 색변화량(ΔE^*)을 측정하고 각군 및 실험재료에 따라 비교 평가하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 각 재료의 전체 색변화량은 착색시간이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였으나 Fuji II LC에서는 6시간 착색 후 감소하였다가 24시간 후 다시 증가하였으며 APH에서는 24시간 착색 후 감소하였다.
2. 각 재료의 평균 색변화량은 Fuji II 글라스 아이오노머 시멘트에서 6.803(3.186)으로 가장 크게 나타났으며 Silux Plus에서는 1.637 (1.028)로 가장 적게 나타났다.
3. 글라스 아이오노머 시멘트간의 평균 색변화량은 Fuji II가 6.803, Fuji II LC가 3.891로 나타나 자가 중합 글라스 아이오노머 시멘트가 광중합형 글라스 아이오노머 시멘트 보다 크게 나타났다 ($P < 0.05$).
4. 복합레진 재료간의 평균 색변화량의 비교에서는 P-50이 3.255, APH에서 1.807, Silux Plus에서 1.637로 P-50에서 가장

크게 나타났고 Silux Plus에서 가장 적게 나타났다($P < 0.05$).

참고문헌

1. 정선와, 김선현, 오원만 : “초기 방습이 글래스아이오노머 시멘트의 색안정성 및 투명도 변화에 미치는 영향”, 『대한치과보존학회지』, 19(1) : 124-134, 1994.
2. 주향연, 김철위 : “수복용 글라스 아이오노머 시멘트의 표면조도에 관한 연구”, J. Dent. Biomat., 1(1) : 1-13, 1993.
3. 황인남, 오원만, 류선열 : “광중합 복합레진의 색안정성 및 투명도 변화에 관한 가속 시험”, 『대한치과보존학회지』, 18(1) : 215-226, 1993.
4. Arjen van de Voorde, Gerdt, G. J. and Murchison, D.F. : “Clinical uses of glass ionomer cement : a literature review”, Quint. Int., 19 : 53-61, 1988.
5. Asmussen, E. : “An accelerated test for color stability of restorative resins”, Acta. Odontol. Scand., 39 : 329-332, 1981. Cited by (No.1)
6. Asmussen, E. : “Opacity of glass-ionomer cements”, Acta. Odontol. Scand., 41 : 155-157 : 1983.
7. Barkmeier, W. W. and Cooley, R. L. : “Evaluation of surface finish of microfilled resins”, J. Esth. Dent., 1 : 139-143, 1989.
8. Bowen, R. L. : “Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations, J. Dent. Assoc., 66 : 57, 1963.
9. Brackett, W. W. and Robinson, P. B. : “Composite resin and glass-ionomer cement : current status for use in cervical restorations”, Quint. Int., 21 : 445-447, 1990.
10. Buonocore, M. G. : “A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces, J. Dent. Res., 34 : 849, 1955.
11. Burke, F. M., Hamlin, P. D. and Lynch, E. J. : “Depth of cure of light-cured glass-ionomer cements”, Quint. Int., 21 : 977-981, 1990.
12. Burrow, M. F. and Makinson, O. F. : “Color change in light-cured resins exposed to daylight”, Quint. Int., 22 : 447-452, 1991.
13. Chan, K. C., Hormati, A. A. and Kerber, P. E. : “Staining calcified dental tissues with food”, J. Prosth. Dent., 46 : 175-178, 1981.
14. Charbeneau, G. T. and Bozell, R. R. : “Clinical evaluation of a glass ionomer cement for restoration of cervical erosion”, J. A. D. A., 98 : 936-939, 1979.
15. Charbeneau, G. T. and others : Principles and practice of operative dentistry, ed. 3, Philadelphia, Lea and Febiger, 169-317, 1975.
16. C. M. Um and Ilo, G. : “The effect of early water contact on glass-ionomer cements”, Quint. Int., 23 : 209-214, 1992.
17. C. M. Um and Ruyter, I. E. : “Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea”, Quint. Int., 22 : 377-386, 1991.
18. Cooley, R. L., Barkmeier, W. W., Matis, B. A. and Siok, J. F. : “Staining of posterior resin restorative materials”, Quint. Int., 18 : 823-827, 1987.
19. Crisp, S. and Wilson, A. D. : “Reactions in glass ionomer cements”, J. Dent. Res., 53 : 1408-1413, 1974.
20. Crisp, S., Abel, G. and Wilson, A. D. : “The quantitative measurement of the opacity of aesthetic dental filling materials”, J. Dent. Res., 58(6) : 1585-1596, 1979.
21. DeSchepper, E. J., Berry, E. A. III, Cailleteau, J. G. and Tate, W. H. : “A comparative study of fluoride release from glass-ionomer cements”, Quint. Int., 22 : 215-

- 220, 1991.
22. Ehrnford, L. : "Surface microstructure of composite resins after toothbrush-dentifrice abrasion", *Acta.Odontol.Scand.*, 42 : 241, 1983.
 23. Farah, J. W. and Dougherty, E. W. : "Unfilled, filled, and micorfilled composite resins", *Oper. Dent.*, 6(3) : 95,1981.
 24. Feilzer, A. J., De Gee, A. J., and Davidson, C. L. : "Curing contraction of composites and glass-ionomer cements", *J. Pros. Dent.*, 59 : 297-300, 1988.
 25. Gross, M. D. and Moser, J. D. : "A colorimetric study of coffee and tea stain ing of four composite resins", *J.Oral.Rehab.*, 4 : 311, 1977.
 26. Hattab, F. N., El-mowafy, O. M., Salem, N. S. and El-Badrawy, W. A. G. : "An in vivo study on the release of fluoride from glass-ionomer cement", *Quint.Int.*, 22 : 221-224, 1991.
 27. Hayashi, H., Maejuma, K. and Kezuka, K. : "In vitro study of discoloration of compo site resins", *J. Prosth.Dent.*, 32 : 66, 1974.
 28. Holtan, J. R., Nystrom, G. P., Douglas, W. H. and Phelps, R. A. : "Microleakage and marg inal placement of a glass-ionomer liner", *Quint.Int.*, 20 : 117-122, 1989.
 29. Hotta, M., Hirukawa, H. and Yamamoto, K. : "Effect of coating materials on resto rative glass-ionomer cement surface", *Oper. Dent.*, 17 : 57-61, 1992.
 30. Jefferies, S. R., Smith,R. L., Barkmeier, W. W. and Gwinnett, A. J. : "Comparison of surface smoothness of restorative resin materials", *J. Esth.Dent.*, 1 : 169-175, 1989.
 31. Jordan, R. E., Makoto Suzuki and MacLean, D. F. : "Light-cured glass iono-mers", *Esth. Dent.*, 59-61, 1989.
 31. Jorgensen, K. D. and Hisamitsu, H. : "Class 2 composite restoration : Preven-tion in vitro of contraction gaps", *J.Dent. Res.*, 63 : 141, 1984.
 33. Kawahara, H., Imanishi, Y. and Oshima, H. : "Biological evaluation on glass iono-mer cements", *J. Esth. Dent.*, 3 : 221-226, 1991.
 34. Kent, B. E., Lewis, B. G. and Wilson, A. D. : "The properties of a glass ionomer ce-ment", *Br. Dent. J.*, 135 : 322-326, 1973.
 35. Khokhar, Z. A., Razzoog, M. E. and Yaman, P. : "Color stability of restorative resins", *Quint. Int.*, 22 : 733-737, 1991.
 36. Knibbs, P. J., Plant, C. G. and Pearson, G. J. : "A clinical assessment of an anhydrous glass-ionomer cement", *Br. Dent. J.*, 161 : 99-103, 1986.
 37. Leinfelder, K. F., Sluder, T. B., Sanos, J. F. and Wall, J. T. : "Five-year clinical evalua-tion of anterior and posterior restorations of composite resins", *Oper. Dent.*, 5 : 57, 1980.
 38. Matis, B. A., Cochran, M., Carlson, T. and Phillips, R. W. : "Clinical evaluation and early finishing of glass ionomer restorative mat erials", *Oper. Dent.*, 13 : 74-80, 1988.
 39. Moser, J. D., Wozniak, W. T., Muller, T. P. and Moore, B. K. : "Use of the Munsell system to compute color differences in co-mposite resins". *J. Dent. Res.*, 57 : 958, 1978.
 40. Pameijer, C. H., Segal, E. and Rechar-dson, J. : "Pulpal response to a glass-ionomer cement in primates", *J. Prosth.Dent.*, 46 : 36-40, 1981.
 41. Pratten, D. H. and Johnson, G. H. : "An evaluation of finishing instruments for an anterior and posterior composite" *J. Prosth. Dent.*, 60 : 154-158, 1988.
 42. Reinhardt, J. W., Swift, E. J. Jr. and Bolden, A. J. : "A national survey on the use of glass-ionomer cements", *Oper. Dent.*, 18 :

- 56–60, 1993.
43. Ruyter, I. E., Nilner, K. and Moller, B. :
“Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers”, *Dent.Mat.*, 3 : 246-251, 1991. Cited by (No. 1)
 44. Skinner, E. W. : “Comparison of the properties and uses of silicate cement and acrylic resin in operative dentistry”, *J. A. D. A.*, 58 : 27, 1959.
 45. Sparks, J. D., Hilton, T. J., Davis, R. D. and Reagan, S. E. : “The influence of matrix use on microleakage in Class 5 glass-ionomer restorations”, *Oper. Dent.*, 17 : 192–195, 1992.
 46. Staley, C. R. and Kopel, H. M. : “Smoothness of composite restorations polished by various abrasives. A comparison by scanning electron microscopy”, *Oper. Dent.*, 4 : 140, 1979.
 47. Sturdevant, C. M. Barton, R. E., Sockwell, C. L. and Strickland, W. D. : *The art and science of operative dentistry*, C. V. Mosby Co., ed. 1 : 267–311, 1985.
 48. Swift, E. J. : “Effects of glass ionomers on recurrent caries”, *Oper.Dent.*, 14 : 40–43, 1989.
 49. Wasson, W. and Schuman, N. : “Color vision and dentistry”, *Quint.Int.*, 23 : 349–353, 1992.
 50. Wilson, A. D. and Kent, B. E. : “A new translucent cement for dentistry”, *Br. Dent. J.*, 132 : 133, 1972.
 51. Wilson, A. D. and McLean, J. W. : *Glass-ionomer cement*, Quintessence Publishing Co., 1988.